

# A Method of Service Refinement for Network-Centric Operational Environment

Haejin Lee\*, Dongsu Kang\*\*

## Abstract

Network-Centric Operational Environment(NCOE) service becomes critical in today's military environment network because reusability of service and interaction are being increasingly important as well in business process. However, the refinement of service by semantic similarity and functional similarity at the business process was not detailed yet. In order to enhance accuracy of refining of business service, in this study, the authors introduce a method for refining service by semantic similarity and functional similarity in BPMN model. The business process are designed in a BPMN model. In this model, candidated services are refined through binding related activities by the analysis result of semantic similarity based on word-net and functional similarity based on properties specification between activities. Then, the services are identified through refining the candidated service. The proposed method is expected to enhance the service identification with accuracy and modularity. It also can accelerate more standardized service refinement developments by the proposed method.

▶ Keyword : Service Refinement, Service Identification, Semantic similarity, Functional similarity

## 1. Introduction

고도화 되는 IT의 급속한 발달과 공간, 시간에 제약을 받지 않는 지식 공유를 통해 모든 방면에서 우리의 생활방식을 바꾸고 있다. 국방 분야에서도 이러한 변화는 예외일 수 없다. 한국 군도 그 중요성을 인식하고 환경개선은 물론이고 국방의 모든 요소들이 네트워크를 중심으로 연결되어, 언제, 어디서나, 정보를 주고 받는 네트워크 중심작전환경(NCOE : Network Centric Operational Environment)으로 발전해 나가고 있다. 네트워크 중심 작전환경은 모든 전투요소의 동적 연결을 위한 고도의 상호 운용성과 제대별 의사결정 지원체계 서비스가 핵심 모델링 요소이다. 서비스 모델링의 기초가 되는 비즈니스 모델은 워크플로우 형태의 서비스로 결정된다[1,2].

독립적 단위인 서비스는 네트워크 중심작전환경과 함께 중요한 전쟁 패러다임이다. 네트워크 중심작전환경 역시 언제 어디서나 전장상황을 공유 할 수 있도록 전투요소들이 연동되고, 상호작용을 통해 실시간 합동작전이 보장되도록 사용자에게 필

요한 서비스를 제공해야하기 때문에 비즈니스 프로세스에서 서비스를 정제하는 것은 중요하다.

또한 서비스 모델링 단계에서 서비스의 입도(granularity)가 너무 작아진다면, 서비스의 유연성과 재사용성이 낮아지기 때문에 도메인 분석 모델로부터 적절한 레벨을 갖는 서비스를 정제하고 정의 하는 것은 매우 중요한 일이다. 따라서 비즈니스 프로세스를 모델링하는 BPMN(Business Process Modeling Notation)을 통하여 비즈니스 가치의 관점의 서비스 지향 모델링을 가능하게 하며, NCOE 서비스를 활성화할 수 있다. 이처럼 명확한 비즈니스 서비스 정제는 최적의 컴포넌트로 NCOE 서비스를 구성할 수 있으며, 전통적 프로그램 중심의 개발 방식에서 벗어나 비즈니스 프로세스 관점에서 서비스를 개발함으로써 효율적이고 신속한 대응이 가능하다[3].

하지만 비즈니스 프로세스에서 서비스를 식별하고 실행하기 위한 NCOE 서비스 정제기법은 아직 구체화되어 있지 않다. 특히, 기존의 서비스 정제기법은 전문가의 직관에 의해 결정되기

• First Author: Haejin Lee, Corresponding Author: Dongsu Kang

\*HaeJin Lee (haejjin33@naver.com), Dept. of Computer Science and Engineering, Korea National Defense University

\*\*DongSu Kang (greatkoko@kndu.ac.kr), Dept. of Computer Science and Engineering, Korea National Defense University

• Received: 2016. 10. 25, Revised: 2016. 11. 21, Accepted: 2016. 12. 08.

Table 1. Comparative Study of Existing Techniques

View	Method	Used Technique	Description
Bottom-up	Feature	Feature based method	The method extracts candidate services from a feature model
Bottom-up	Component	GUI event patterns	Identifying business service with proper granularity using GUI patterns
Bottom-up/ Top-down	Ontology	Hierarchical Ontology Mapping	Three different ontologies are proposed to define the relationship
Top-down	Use-case	Application of Use -case	Use cases are reconstructed by composition of the task tree
Top-down	Portfolio	Evaluating service identification with design Metrics	A design metrics are proposed for measuring various features of identified service in the service portfolio
Top-down	Method engineering	Applying situational method engineering(SME)	To apply SME to the configuration of methods for service identification
Business Process	XL-BPMN	Business service identification based on XL-BPMN	Identifying business service by analyzing syntax and semantics in XL-BPMN model

때문에 기능 표현을 정량화 하는데 한계가 있고 비교적 많은 시간이 필요하다는 단점이 있다.

본 논문은 비즈니스 프로세스를 모델링하는 BPMN을 사용하여 의미적, 기능적 서비스 정제기법을 제안한다. BPMN에서 액티비티들간 의미적 유사도와 기능적 유사도의 통합된 분석결과를 통해서 밀접한 액티비티를 정제함으로써 최종 서비스를 식별한다. 본 논문에서 제안하는 기법을 통해 전문가 분석에 의존하는 방법이 아닌 규칙에 의한 접근 절차, 기준을 통하여 명확하고 조직화된 서비스 정제기법을 정량화 한다.

제안방법은 BPMN을 활용하여 비즈니스 프로세스에서 서비스 정제방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해, NCOE 서비스를 정량화 하여 식별할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장의 관련연구에서는 NCOE 서비스와 기존의 서비스 식별방법론과 BPMN에 대해 설명한다. 제 3장에서는 의미적, 기능적 유사도에 의한 서비스 정제 기법에 대해 설명하고 제 4장에서는 적용사례를 통해 적용성을 검증하고, 기존의 연구 비교를 통해 평가한다. 마지막으로 제 5장에서 결론을 맺는다.

## II. Related works

### 1. NCOE Service

한국군의 NCOE 개념은 전장의 모든 요소를 네트워킹해 전장상황을 공유함으로써 효과중심의 동시·통합작전을 보장할 수 있는 작전환경을 조성하는 것이다[4]. 이러한 정보의 운용성을 보장하기 위한 NCOE 서비스는 성능기반의 서비스 환경을 통해 사용자를 지원하고 결실을 위한 정보에 안전하게 접근 할 수 있도록 한다[3].

NCOE 서비스 식별 및 정제를 통해 최적의 서비스 프로세스를 설계함으로써 최소의 컴포넌트로 전장 시스템을 구축할 수 있다. 이에 따라 실시간 합동작전이 가능하여 사용자에게 필요

한 서비스를 제공 할 수 있다.

NCOE 서비스는 COI(Community-of-interest)응용 서비스와 CES(Core Enterprise Services) 핵심 서비스로 나누어진다. CES는 네트워크상의 서비스 검색과 연결된 능력을 제공하며, COI는 공동체가 이용하는 응용서비스를 제공한다. 이러한 COI와 CES 서비스는 서비스 지향 아키텍처(SOA : Service Oriented Architecture)를 통해 이루어진다. NCOE를 개발하는 미군의 경우 CES 핵심 서비스는 사용자 지원, 협업, 인원발견, 서비스 발견, 콘텐츠 전달, 메타데이터 발견, 엔터프라이즈 서비스 관리, 중재, 메시징, 콘텐츠 발견, 서비스 보안으로 총 11개 서비스로 확정되었다[3].

한국군 또한 정제된 NCOE 서비스를 통해 임무영역 체계를 통합하고 전장환경에 적합한 유연한 서비스를 제공하여 전쟁 수행 효과를 향상시킬 수 있다. 결국, NCOE 서비스의 목표는 네트워크상에서 안전하고 독립적인 운용을 지원하고 전투원과 정보 사용자를 연결하고 지식을 공유하기 위한 것이다[4].

### 2. Methods of Service Identification

기존의 서비스 식별하는 기법에는 여러 가지가 있고 이를 비교하고 분석하는 논문도 다수 있다. 기존의 방법론은 시스템 기능 중심으로 서비스를 식별하기 때문에 시스템간의 연계 구조 및 의미가 복잡하다. 시간이 흐를수록 서비스가 복잡하고 다양화되어 가고 있기 때문에 신속하게 대응할 수 있는 SOA기반의 비즈니스 프로세스 관점에서 서비스를 식별하는 것이 필요하다. 따라서 비즈니스 모델링에 적합하고 기존 컴포넌트보다 큰 입자로 서비스를 식별해야 한다[5].

대표적인 서비스 식별 방법론으로 가트너 그룹에서 정의한 SODA(Service Oriented Development of Applications)는 SOA 구현을 위해 서비스를 설계, 개발 및 조합 등 과정에 대한 원칙을 제공한다[6]. IBM의 SOMA(Service Oriented Modeling and Architecture)는 서비스 식별, 명세, 실현의 세단계로 구성되어 SODA를 참고하여 확장된 방법론이며[7], SOAD(Service Oriented Analysis and Design)는 EA 프레임 워크, BP

M과 같은 기존 모델링 개념에 SOA를 적용시킨 방법론이다[8]. 마지막으로 SOUP(Service Oriented Unified Process)는 소프트웨어 6단계를 정의하고, 단계별 활동들을 포함한다[9]. 각 개발 방법론에서 서비스를 식별하는 방법에는 하향식과 상향식 그리고 두 방식을 혼합한 절충형 방식이 있다.

그중에 대표적인 기법의 특징을 표 1과 같이 접근방식별(view)로 정리하고 기법이 가지고 있는 검증방법 분석을 통해 시사점과 해결하기 위한 식별기법을 분석 하였다.

핵심 피쳐 중심의 결합을 통해 가중치를 부여하여 서비스를 선택하는 기법[1]과 계층적 온톨로지 사용하여 그룹화[10]하는 시스템 기능 중심의 서비스 식별방법을 제시하였다. 또한 GUI 이벤트 흐름에 근거하여 화면간 결합도[11]와 유스케이스 모델로부터 서비스를 식별하는 방법이 있다[12]. 이외에도 포트폴리오[13], 상황정보[14]와 같이 특정 기법을 이용한 서비스 식별 방법들이 있다.

기존 방법들은 관점지향의 서비스 식별방법론으로 의미적, 기능적 접근에 의한 서비스 식별은 구체화되어 있지 않다. 본 논문에서는 비즈니스 서비스를 식별하기 위해 액티비티를 정제함으로써 서비스를 변경하거나 외부 시스템과 통합 시 효율적이고 신속한 대응이 가능하도록 하고자 한다. 이때 BPMN의 모델링을 활용하여 의미적, 기능적 유사도를 통해 좀 더 정량적인 서비스를 식별 할 수 있다.

본 논문에서는 서비스 정제하기 위해 정량적 방법을 사용하고자 한다. 일단 객체를 데이터로 표현한 뒤에 객체간의 유사도에 대해 좀 더 설명할 수 있다. 데이터는 개념적으로 그림 1과 같이 행렬로 구성될 수 있다[15]. 서비스의 특징을 정의하는 공간에서 두 서비스가 가까울수록 더 비슷하다고 할 수 있다. 즉, 모든 분류기법은 공간 안에서 공통된 영역을 차지하는 객체들은 비슷하다는 관점을 갖고 있다[16].

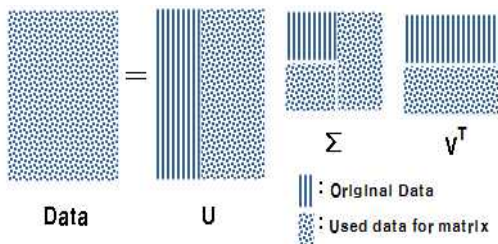


Fig.1. Semantic Expression of Data matrix

### 3. BPMN

비즈니스 프로세스를 모델링하기 위한 대표적인 모델들로서는 BPMN(Business Process Modeling Notation), Petri-Net, ICN 등이 있다. 이중 BPMN은 OMG의 표준으로 비즈니스 프로세스를 관리하기 위해 시각적으로 표현되고 문서화된 그래픽 표기법이다. 또한 BPMN은 UML과 비슷하지만 보다 더 뛰어난 표현력을 가지고 있어 NCOE 서비스 표현을 위한 최적의 모델링 기법이라 할 수 있다.

BPMN의 주요한 모델링 요소로서 그림 2와 같이 프로세스

에서 특정 행위를 하는 흐름객체(Flow Object), 프로세스의 흐름을 표현하는 연결객체(Connecting Object), pool과 pool안에서 표현되는 스윙레인(Swimlane)으로 구성되어 있다[17]. 본 논문에서는 서비스 식별을 위해 프로세스의 특정부분에서 작업을 수행하는 액티비티(activity)와 프로세스의 확산과 수렴의 표현을 가능하게 하는 게이트웨이를 이용하여 서비스를 정제한다. 이때 액티비티의 유사도 측정과 게이트웨이의 단순화과정을 활용한 BPMN의 구조적 기능과 의미적 분석이 사용된다.

Basic Categories	Graphical Elements	Notation	Description
Flow Object	Events		Indicate start point, state changes or final states
	Activities		A unit of work, the job to be performed
	Gateways		Control the sequence flow (exclusive, parallel, inclusive, complex gate way)
Connecting Objects	Sequence Flows		Defines the execution order of activities
	Message Flows		Symbolizes information flow across organizational boundaries
	Data Associations		Associate data elements to Activities
Swimlanes	Pools		Represent responsibilities for activities in a process.
	Lanes		

Fig.2. BPMN 2.0

### III. A Method of Service Refinement

본 논문에서 제안하는 서비스 정제기법은 먼저 비즈니스 프로세스를 BPMN으로 모델링을 한 뒤 식별된 후보서비스를 의미적 및 기능적 측면의 서비스 정제를 통해 비즈니스 서비스를 식별하는 방법이다. 비즈니스 프로세스 관점에서 서비스 식별을 향상시키기 위해 그림 3에서 보여주는 것과 같이 IDEFO 표기법으로 나타냈다.

먼저 BPMN의 액티비티 단위 후보서비스를 식별하고 RDF(Resource Description Framework) 표기법에 기반하여 프로세스 모델 기반의 의미적 유사성(워드넷 계층구조 관계) 및 기능적 분석(시나리오를 통한 명세)에 의해 단위 후보 서비스를 정제함으로써 최종 비즈니스 서비스를 식별한다.

본 논문에서 서비스는 비즈니스 프로세스를 수행하는 소프트웨어 단위, 입력에 대한 출력을 제공하는 기능의 묶음을 비즈니스 서비스로 정의한다[18]. 즉, 느슨하게 결합되어 비즈니스에서 독립적인 단위인 최소 기능단위가 된다.

비즈니스 프로세스는 여러 개의 비즈니스 서비스로 이루어져 있으며 비즈니스 서비스는 한 개 또는 그 이상의 액티비티들로 구성된다. 단, 액티비티를 만들때는 워드넷에 있는 영어 어휘를 이용하여 모델링한다. 워드넷은 15만 단어로 조직되어 있고 보편적인 용어로 일반적인 지식체계의 온톨로지를 가장 잘 표현한 의미 어휘목록이다. 따라서 워드넷 어휘로 액티비티

를 표현함으로써 보다 직관적으로 사용할 수 있고 서비스를 식별하는데 일관된 분석을 뒷받침 할 수 있다.

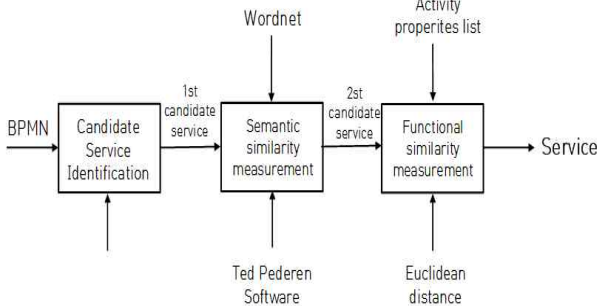


Fig. 3. Process of Refinement Method

1. Candidate Service Identification

효율적인 서비스 정제를 위해서 먼저 BPMN의 후보 서비스 식별이 필요하다. 군집분석을 활용한 BPMN의 그룹화를 통한 후보 서비스 식별방법은 그림 4와 같이 제안한다. 개념은 유사하거나 서로 관련이 있는 항목끼리 묶어서 비슷한 객체의 집단을 후보 서비스로 도출하는 것이다. 그룹화의 규칙은 게이트웨이 여부의 기준으로 게이트웨이의 분할과 병합 없이 액티비티만으로 구성된 시퀀스 후보서비스와 게이트웨이를 포함한 게이트웨이 후보서비스로 구분한다. 서비스 정제는 선행 액티비티와 후행 액티비티의 유사도를 비교하여 결과 값이 낮은 경우가 나올 때까지 지속한다.

비즈니스 프로세스에서 BPMN의 그룹화를 실시할 경우 그림 4와 같이 동일한 게이트웨이 유형이 대칭적으로 사용된다면 분할과 병합은 인지하기 더 쉬워진다[17]. 특히 여러 개의 연합된 게이트웨이가 복잡하게 사용된 경우에는 프로세스를 이해하는데 더 많은 도움을 주기 때문에 그룹화를 빠른 시간 내에 처리할 수 있다.

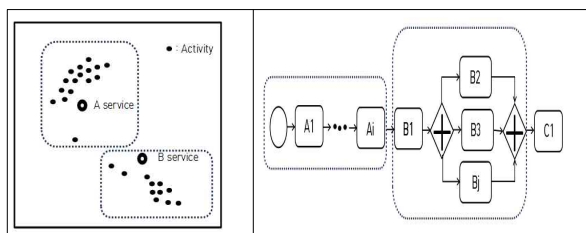


Fig. 4. Candidate Service Identification

식별된 후보 서비스 정제를 하려면 먼저 BPMN의 게이트웨이를 기준으로 액티비티의 단순화 과정이 필요하다. BPMN의 게이트웨이는 그림 5와 같이 크게 3가지로 나눌 수 있다. 배타적, 포괄적 게이트웨이는 분할된 흐름 중 하나만 흘러가는 OR(XOR)의 의미를 가지기 때문에 바인딩을 실시하고 병렬 게이트웨이는 모든 흐름이 동시에 흘러가야 하는 AND의 의미이기 때문에 바인딩이 불가하다.

	Exclusive Gateway	Parallel Gateway	Inclusive Gateway
Notation			
Part	XOR - split XOR - merge	AND - split AND - merge	OR - split OR - merge
Binding Result	Binding	Not Binding	Binding

Fig. 5. Binding of Gateway

2. Semantic Similarity Measurement

도출된 후보 서비스가 최종 서비스로 식별되기 위해서는 서비스 지향 원칙인 유사성, 결합성을 분석의 기준으로 만족해야 한다. 유사성은 서로 비슷한 성질을 가진 유사한 서비스를 한데 묶는 것을 뜻한다. 먼저 의미적 유사도를 측정된 뒤 시나리오를 통한 명세표에서 기능적 분석을 통한 결합성을 통해 서비스를 정제함으로써 최종 서비스 식별한다.

액티비티에서 식별된 후보 서비스를 선행과 후행으로 순서를 구분하고 대표용어를 추출하여 두 후보 서비스간의 의미적 유사성을 계산하고 바인딩 한다. RDF표기법은 웹상에서 객체들 사이의 관계성을 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 기술하기 위해 사용되는 표준화된 서술방식이다. RDF는 <주어부(subject)-서술부(predicate)-목적부(object)로 구성되어 있다. 본 논문에서는 두 액티비티를 주어부-서술부- 목적부로 표현하여 각각의 트리플 구조끼리 비교함으로써 의미적 유사도를 계산하도록 한다.

액티비티마다 워드넷의 계층적 구조에 따라 유사한 의미를 가진 후보 단어를 제시하여 기존의 워드넷 스키마를 개념간 의미 유사도 행렬을 구할 수 있는 형태의 스키마로 변경할 수 있다. 즉, 수치를 통한 유사도 수준 제시가 가능하다. 이때, 워드넷의 거리와 트리구조 관점에서 의미 유사도를 측정할 수 있다[19].

본 연구에서는 어휘의 관련도 대신 워드넷 계층구조에서 추출되는 어휘의 유사도를 활용한다. 그림 6은 워드넷을 통한 계층적 특성을 나타낸다.

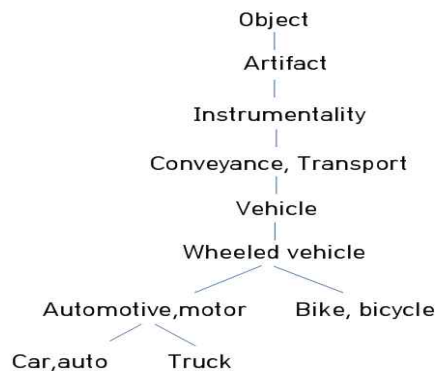


Fig. 6. Hierarchical Structure Model

동언어를 뜻하는 Synset과 Synset보다 추상적인 상위 단어인 Hypernym, 좀 더 구체적인 Hyponym의 관계를 계층적 구조를 활용해서 어휘 간 의미 유사도 계산을 실시할 수 있다. 이때, Ted Pederen에 의해 개발된 워드넷 기반의 유사도를 계산하는 소프트웨어패키지를 통해 두 액티비티의 경로길이(length)를 계산한다[20]. 두 개념 사이의 경로 길이를 기반으로 하여 Hirstand St-Onge[20]에서 제시된 알고리즘을 이용하여 유사도 계산식 1을 추정한다.

$$\text{rel}(s1,s2) = C - \text{len}(s1, s2) - k * d(\text{계산식 1})$$

여기서 C와 K는 상수, len(c1,c2)는 후보서비스 S1와 S2사이의 가장 가까운 경로를 이루는 간선의 개수, d는 경로의 방향 전환 횟수를 의미한다. 즉, 이 계산식에 의하면 두 개념의 간선의 수가 적고, 경로의 방향 전환이 없는 경우 유사도 높은 개념으로 정의한다.

예를 들어 s1이 트럭, s2가 자전거일 경우 len(s1,s2)는 3이며 wheeled\_vehicle, Automotive에서 경로의 방향 전환이 된다면 C를 20, k는 0.5일때 유사도는 17, Automotive와 motor는 동일 개념으로 방향 전환횟수 0이 되므로 유사도 20, 자동차와 물체(object)는 유사도 13이 된다.

<계산식 1>을 통해서 유사도가 높은 후보서비스를 식별함으로써 1차적인 유사도 측면의 서비스 정제를 한다.

이와 같은 의미적 유사도 측정은 전문가 분석보다 실질적인 내용에 의한 의미 분석이 가능하다. 비즈니스 규칙(반복, 공통)에 의해 Tool(Ted Pederen의 소프트웨어패키지)을 활용한 의미적 분석은 좀 더 명확하고 조직화된 방법을 제시하기 때문이다.

이때, 서비스 정제 기준은 Pearson 상관계수에 의해 0과 1사이로 정의되므로 그 중간값인 0.5(50%)를 임계치(T)로 선택하였다. 즉, 유사도(similarity)가 없거나 유사성 등급이 50%이하인 경우에는 바인딩을 실시하지 않는다.

### 3. Functional Similarity Measurement

앞서 식별된 후보서비스를 기능적 유사도를 고려하여 정제한다. 액티비티 관계분석이 끝난 단순화한 액티비티를 표 2와 같이 속성별(기능별)로 명세 한다. 명세표를 기준으로 각각 액티비티의 기능 값을  $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ip})$ 와 사이의 거리(Distance)  $X_j = (X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jp})$ 로 표현한다. 여기서  $X_i$ 와  $X_j$ 는 서로 다른 액티비티이며 i, j는 표 2에서 각 액티비티의 속성값이다.  $d_{ij} = d(X_i, X_j)$ 는 다음의 조건을 만족한다.

- ①  $d_{ij} \geq 0$  ,  $d_{ii} = 0$
- ②  $d_{ij} = d_{ji}$
- ③  $d_{ik} + d_{jk} \geq d_{ij}$

Table 2. Activity Properties Specification

Activity properties	Definition	Value
Activity name	A name of activity	-
Activity type	A type of an activity (task : 0, sub-process : 1)	0-1
Start Quantity	Default value, the number of token from sequential flow before starting activity	1-n
Business Process	A name of the business process which the activity is included (included : 1, not included : 0)	0-1
Input Sets	Data requirement of activity	1-n
Priority	Level of activity preference (1: high, 0: low)	0-1

두 개체 사이의 거리 d는 일반적으로 아래와 같이 유클리드 거리를 통해서 계산 할 수 있다.

$$d_{ij} = \sqrt{(X_{i1} - X_{j1})^2 + (X_{i2} - X_{j2})^2 + (X_{ip} - X_{jp})^2}$$

위에 유클리드 거리 계산을 통한 액티비티 속성 값을 거리행렬로 표현한다. 이후 거리행렬(D)에 최단 연결법을 적용하여 기능적 유사도를 기준으로 한 서비스 정제를 실시 할 수 있다. 예를 들어 아래와 같이 5개의 액티비티를 속성 명세표에 의한 거리행렬 D로 표현한 뒤 최단연결법을 적용하여 보자.

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.0 & 7.0 & 1.0 & 9.0 & 8.0 \\ 7.0 & 0.0 & 6.0 & 3.0 & 5.0 \\ 1.0 & 6.0 & 0.0 & 8.0 & 7.0 \\ 9.0 & 3.0 & 0.0 & 0.0 & 4.0 \\ 8.0 & 5.0 & 7.0 & 4.0 & 0.0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

첫 단계로  $d_{13} = 1.0$ 이 최소이므로 액티비티 1과 3을 묶어 군집 (1, 3)을 만든다. 다음 군집 (1,3)과 나머지 액티비티 2, 4, 5와의 거리를 계산하면 아래와 같이 나오게 된다.

$$\begin{aligned} d[(2)(1,3)] &= \min(d_{21}, d_{23}) = 6.0 \\ d[(4)(1,3)] &= \min(d_{41}, d_{43}) = 8.0 \\ d[(5)(1,3)] &= \min(d_{51}, d_{53}) = 7.0 \end{aligned}$$

이므로, 아래와 같은 거리행렬 D1을 얻는다.

$$D_1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} (1, 3) & 2 & 4 & 5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} (1, 3) \\ 2 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.0 & 6.0 & 8.0 & 7.0 \\ 6.0 & 0.0 & 3.0 & 5.0 \\ 8.0 & 3.0 & 0.0 & 4.0 \\ 7.0 & 5.0 & 4.0 & 0.0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

두 번째 단계로서  $d_{24} = 3.0$ 이 최소값을 가지므로 개체 2와 4를 묶어 군집 (2, 4)를 만든다.  $d[(1,3)(2,4)] = \max\{d[(1,3)(2)], d[(1,3)(4)]\} = d[(4)(1,3)] = 9.0$ ,  $d[(5)(2,4)] = \max\{d(5,2), d(5,4)\} = 5.0$  이므로 다음과 같은 행렬  $D_2$ 를 얻는다.

$$D_2 = \begin{matrix} (1, 3) & (2, 4) & 5 \\ \begin{pmatrix} 1, 3 \\ 2, 4 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 0.0 & 9.0 & 7.0 \\ 9.0 & 0.0 & 5.0 \\ 7.0 & 5.0 & 0.0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

다음 군집 (2, 4)와 5를 묶어 군집 (2, 4, 5)를 이루게 된다. 이와 같은 방법으로 거리 행렬값을 기준으로 유사도를 판단하여 액티비티를 군집화 시킨다. 두 액티비티 A 와 B 사이의 거리  $d_{AB}$  를 각 액티비티에 속하는 두 속성값(기능) 사이의 거리 중 최단거리로 정의하여 가장 유사성이 큰 군집을 묶어 나가는 방법이다. 비즈니스 프로세스와 같은 워크플로우의 순서적 의미를 갖는 비즈니스 프로세스 정제에 적합하다.

### IV. Case Study and Analysis

제시한 BPMN기반의 비즈니스 서비스를 정제하는 방법의 사례 연구는 한국 육군에서 사용하고 있는 한국형 가변 메시지 포맷(KVMF: Korean Variable Message Format)의 처리 프로세스에 대한 사례를 적용한다. 제시한 서비스 정제 기법에 대해 적용한 사례를 기준으로 정량적인 분석을 통해 실효성을 평가하고, 기존의 연구와의 비교평가를 분석함으로써 제안한 기법을 평가한다.

#### 1. 한국형 가변 메시지 포맷(KVMF)

한국형 가변 메시지 포맷(KVMF)는 지상무기체계간 전송정보를 신속하게 주고 받기 위해서 메시지 구조, 처리, 규칙 항목들을 저장하는 통합 데이터베이스를 활용하여 설계되었다. 기존의 도입된 장비의 메시지 포맷을 KVMF형태로 변환하여 상호 연동이 가능하여 다른 장비에서도 수용이 가능하다. 이 절차를 BPMN으로 모델링한 것이 그림 7이다.

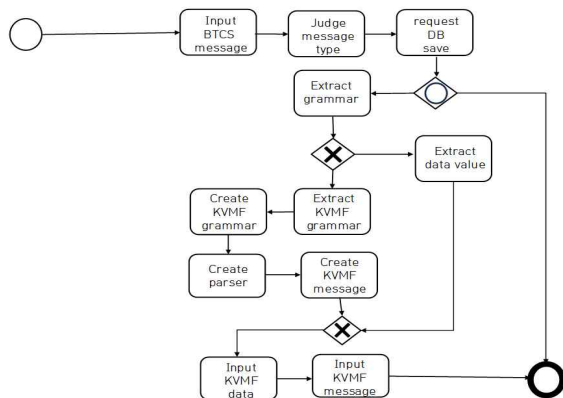


Fig. 7. BPMN of KVMF

먼저 후보서비스를 식별하기 위해서 액티비티를 게이트웨이 기준으로 그룹핑을 실시한다. 앞서 언급했던 그림 5를 기준으

로 게이트웨이를 포함하고 있지 않은 시퀀스 후보서비스와 게이트웨이를 포함하고 있는 게이트웨이 후보서비스로 구분한다. 그림 8과 같이 1개의 시퀀스 후보 서비스와 3개의 게이트웨이 후보서비스로 나눌 수 있다. 시퀀스 후보 서비스는 "Input BTCS message"부터 "request DB save"까지 3개의 액티비티로 구성되어 있다. 포괄적 게이트웨이를 포함한 첫 번째 게이트웨이 후보서비스는 "Extract grammar"와 "Extract data value" 2개의 액티비티로 구성된다. 두 번째 게이트웨이 후보 서비스는 배타적게이트웨이 사이에 있는 4개의 액티비티, 마지막 게이트웨이 후보서비스는 "Input KVMF data/message" 2개의 액티비티로 구성되어 있다.

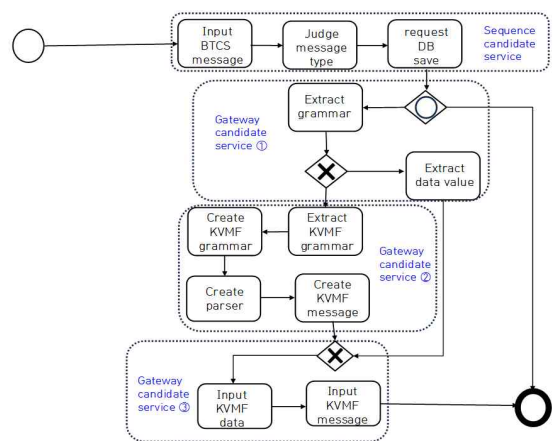


Fig. 8. Candidate Service Identification

후보서비스 식별한 뒤에는 선행과 후행 후보서비스의 의미 유사도를 측정하여 서비스를 정제한다. 시퀀스 후보서비스의 액티비티 의미 유사도를 계산한다. 먼저 시퀀스 후보 서비스의 선행 액티비티 "Input BTCS"와 후행 액티비티 "Judge message type"를 RDF으로 표현하여 워드넷에서 액티비티 뜻과 일치하는 것을 선택한다.

선행 액티비티 술어인 "Input"과 후행 액티비티 술어 "Judge"를 Ted Pederen 소프트웨어에 적용해본다면 표 3과 같이 워드넷에서 액티비티와 일치하는 뜻을 먼저 확인한 뒤 path 경로를 확인한다. Path length가 9이고 계산식 1에 의해 의미 유사도는 10.5가 된다.

Table 3. Path Length "input" and "judge"

Activity 1	Activity 2	Trace
input#v#1	judge#v#1	Shortest path : input#v#1-insertr#v#1-attach#v#1-connect#v#1*Root*#v#1-change#v#1-end#v#2-decide#v#2-judge#v#1
Path length : 9		

이와 같은 방법으로 모든 후보 서비스에 대해서 각각 액티비티를 RDF로 표현하여 식별부분의 유사도를 계산하면 표 4와 같은 결과 값이 나오게 된다. 이때 유사도가 없거나 유사도값이 10이하(적중률 50%)인 경우를 적용한다.

Table 4. Activity Path Length and Sematic Similarity

Activity 1	Activity 2	Path length	similarity
input(p)	judge(p)	9	10.5
input(p)	request(p)	10	9.5
judge(p)	request(p)	10	9.5
message(o)	database(o)	5	14.5
grammar(o)	data(o)	8	11.5
create(p)	extract(p)	-	-
grammar(o)	message(o)	12	7.5
grammar(o)	parser(o)	18	1.5
message(o)	parser(o)	9	10.5
data(o)	message(o)	6	13.5

(p:predicate, o:object, C(constant):20, K(constant):0.5)

의미적 유사도를 측정하면 최초 11개의 서비스가 정제과정을 걸쳐 그림 9와 같이 7개의 2차 후보 서비스로 식별된다. 이후 2차 식별된 후보 서비스를 기능적 유사도 측정을 통해 정제한다. 최초 후보 서비스를 표 2의 액티비티 속성 명세표를 이용하여 유클리드 거리 계산법으로 거리행렬 D를 계산한 후에 기능적으로 유사성이 큰 군집을 묶어나가는 방식으로 최종 서비스를 식별하게 된다.

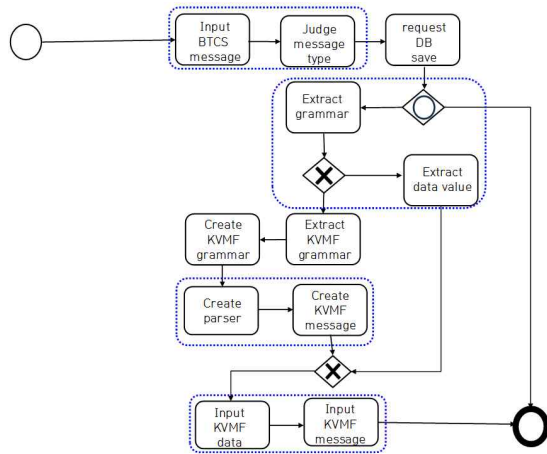


Fig. 9. Identified Service using Sematic Similarity

먼저 두 번째 게이트웨이 후보서비스를 그림 10과 같이 기능적 유사도 측정해보자. 속성명세표에 따라 A1과 A2의 유클리드 거리를 계산하면 2.2의 값이 나온다.

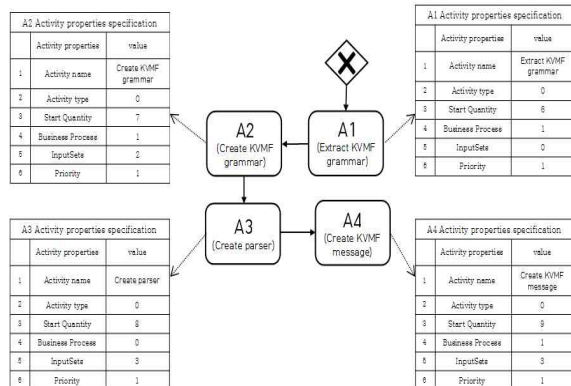


Fig. 10. Functional Similarity based on Activity Properties List

이와 같은 방법으로 A1부터 A4까지 4개의 게이트웨이 후보서비스에 대한 거리 행렬을 구하면 아래와 같이 나오게 된다.

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} A1 & A2 & A3 & A4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} A1 \\ A2 \\ A3 \\ A4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.0 & 2.2 & 3.7 & 4.2 \\ 2.2 & 0.0 & 1.7 & 2.2 \\ 3.7 & 1.7 & 0.0 & 1.4 \\ 4.2 & 2.2 & 1.4 & 0.0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

첫 단계로 dA3A4=1.4로 최소이므로 액티비티 A3와 A4를 묶어 군집(A3,A4)을 만든다. 다음 군집(A3,A4)과 나머지 액티비티와의 거리를 계산하면 d[(A1),(A3,A4)]의 최소거리는 min(dA1A3, dA1A4) = 3.7이며, d[(A2),(A3,A4)]는 min(dA2A3, dA2A4) = 1.7 된다. 이것을 행렬로 표현하면 아래와 같은 D1을 얻는다.

$$D1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} A1 & A2 & (A3,A4) \end{matrix} \\ \begin{matrix} A1 \\ A2 \\ (A3,A4) \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0.0 & 2.2 & 3.7 \\ 2.2 & 0.0 & 1.7 \\ 3.7 & 1.7 & 0.0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

dA2(A3A4)=1.7이 최소값을 가지므로 군집화 결과 A1과 (A2,A3,A4)로 2개의 서비스로 식별된다. 이와 같은 방법으로 그림 5에 대하여 기능적 유사도를 활용하여 서비스를 정제하면 그림 11과 같이 6개의 최종 서비스로 식별하였으며 이중 4개의 서비스로 "Message service", "Extract service", "Create service", "KVMF service"를 식별하였다.

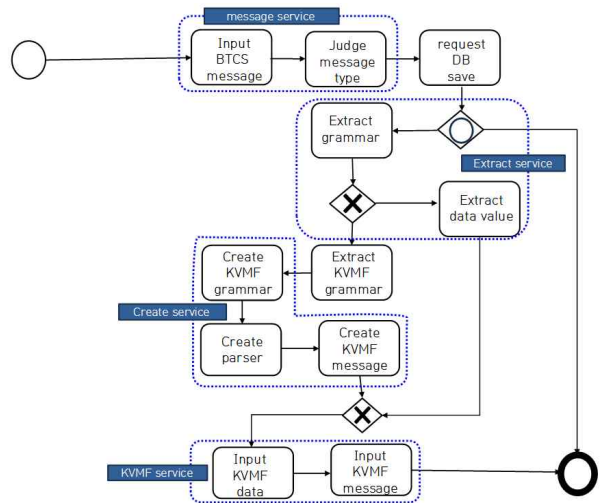


Fig. 11. The identified 4 Business Service of KVMF

## 2. Analysis and Evaluation

본 논문에서 제안한 BPMN을 기반으로 하는 비즈니스 서비스 정제기법의 타당성을 보이기 위해서 아래와 같이 분석하였다. 정제를 하지 않은 결과와 정제를 실시한 결합도와 응집도 값을 비교분석 함으로써, 서비스 정제기법의 필요성과 효율성을 확인하고자 한다.

본 논문에서는 가장 대표적인 Chidamber와 Kermer(1994)가 제안한 매트릭스 중에 결합도와 응집도 측정으로

CBO(Coupling Between Object classes)와 LCOM(Lack of Cohesion in Methods)를 참조하여 측정하였다. 결합도는 비즈니스 프로세스 내부의 액티비티들 중에서 다른 액티비티를 참조하는 수의 비율로 정의1 하였다.

$$\text{정의 1. 결합도} = 1 - \frac{\sum Ar(S)}{\sum A(S)}$$

(Ar(S)는 외부 액티비티를 참조하는 서비스)

응집도는 비즈니스 프로세스 서비스 중 사용하는 액티비티 수 중에서 서로 관련없는 액티비티 숫자 비율로 정의 2 하였다.

$$\text{정의 2. 응집도} = 1 - \frac{|P|}{|P \cap A|}$$

사례연구에서 정제된 서비스를 계산해 보면 정제하기 전과 후의 결합도와 응집도를 계산한 값이 표 5와 표 6과 같이 보인다.

Table 5. Coupling and Cohesion Results Before Refinement

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Coupling	1	0.9	0.82	0.73	0.63	1
Cohesion	0.18	0.18	0.1	0.73	0.55	0.1
	A7	A8	A9	A10	A11	Avg.
Coupling	0.82	0.73	0.73	0.64	0.55	<b>0.78</b>
Cohesion	0.28	0.28	0.28	0.18	0.18	<b>0.28</b>

A1 : Input BTCS message    A2: Judge message type  
 A3 : Request DB save        A4 : Extract grammar  
 A5 : Extract data value      A6 : Extract KVMF grammar

Table 6. Coupling and Cohesion Results after Refinement

	M service	E service	C service	K service	Avg.
Coupling	0.33	0.5	0.25	0.5	<b>0.40</b>
Cohesion	0.67	0.8	0.75	0.45	<b>0.67</b>

사례에서 결합도와 응집도의 결과를 보면 결합도의 경우 78%(백분율)에서 40%로 감소하였으며 응집도는 28%에서 67%로 증가하였다. 이처럼 측정결과 결합도가 낮고 응집도가 높게 정제된 것을 알 수 있다.

다음은 본 논문에서 제시한 서비스 정제기법과 기존의 연구들을 제시한 기법을 적용한 사례연구 분석과 서비스 도출방법, 서비스 특징에 대하여 기존방법과 비교·분석하였다. 특히, 기존의 연구방법간의 비교를 위해서 표 7과 같이 평가기준을 선정하여 평가하였다.

Table 7. Evaluation between Existing Methods and Proposed Method

Items	Use case	Component	Feature	Proposed method
View	Object	Object	Object	Activity (business process)
Possibility to decomposition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Quantification	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Clarity	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sematic analysis of business service	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

: The input type completely fulfills the criteria  
 : Signifies that the related input cannot fulfil the criteria

기존의 서비스 식별과 비즈니스 프로세스 관점의 서비스 식별 방법론을 비교하면 액티비티를 활용하여 비즈니스 프로세스를 이용한 서비스 식별이 가능하고 시나리오에 연계하여 비즈니스 프로세스를 식별하고 정제함으로써 의미적, 기능적으로 분석이 가능하여 정량적으로 서비스를 식별 가능하다.

### IV. Conclusions

한국군의 NCOE 서비스 개념은 전장의 모든 요소를 네트워크 해서 전장상황을 공유함으로써 효과중심의 동시·통합작전을 보장할 수 있는 작전환경을 조성하는 것이다. 이러한 정보의 운용성을 보장하기 위한 NCOE 서비스는 성능기반의 환경을 통해 사용자를 지원하고 의사결임을 위한 정보에 안전하게 접근할 수 있도록 한다.

본 논문에서는 NCOE 서비스를 위한 비즈니스 프로세스 모델링에서 서비스를 정제하는데 있어서, 규칙을 적용해서 비즈니스 전문가의 주관적인 판단에 의한 의존을 최소화 하였다. 이를 위해 BPMN을 활용하여 후보서비스를 군집화하고 식별된 후보서비스를 액티비티의 의미적 유사도와 명세표에 의한 기능적 유사도를 수치화하여 서비스를 정제하는 규칙과 방법을 제시하였다. 이로써, 결합도가 낮고 응집도가 높은 서비스를 정제할 수 있었다. 제시한 비즈니스 프로세스를 모델링하는 BPMN을 사용하여 의미적, 기능적 서비스 정제기법은 전문가 분석에 의존하는 기존의 방법이 아닌 규칙에 의한 접근 절차, 기준을 통하여 한국군의 NCOE 서비스 구축을 위한 서비스 정제기법으로 기여할 수 있을 것이다. 또한 서비스 시스템 구축 시 제시된 서비스 정제기법을 통해 보다 빠르고 정확한 서비스 결정으로 시스템 개발기간과 비용을 단축할 수 있다.

## REFERENCES

- [1] Shin, H.S., C.Y. Song, D.S. Kang and D.K. Baik, "A Feature-based Method to Identify Services in Ubiquitous Environment", Journal of Korea Society of Computer and Information, Vol.13, No.7, pp. 37-49, 2008.
- [2] Lee, S.Y., "BPEL Based Service Oriented Business Process Modeling", Journal of Korea Society of Computer and Information, Vol.15, No.12, pp.143-150, 2010.
- [3] U.S. DoD CIO, "Net-Centric Service Strategy : Strategy for a Net-Centric", U.S. DoD CIO, 2007.
- [4] Lee, H.J. and D.S. Kang, "A study on adaptation of NCES service for efficient information sharing of ROK military", Journal of Korea Information Science Conference, pp. 89-90, 2015.
- [5] Lee, H.J., B.J. Choi, and J.W. Lee, "Service Identification of Component-Based System for Service-Oriented Architecture", Journal of KIISE, Vol.35, No.62, pp. 70-80, 2008.
- [6] Hotle, M. and M. Blechar, "Reuse and Return in Invest : A model, Gartner", SODA, 2004.
- [7] Arsanjani, A., "Service-oriented modeling and architecture", IBM, 2004.
- [8] Bakker, N., "Perspectives-SOA vs SOAD", 2009.
- [9] Kunal Mittal, "Service Oriented Unified Process(SOUP)", IBM Journal, June 2005.
- [10] Park, S.K. and K.B. Choi, "A SOA Service Identification Model Based on Hierarchical Ontology", KITS, Vol.12, No.1, pp. 323-340, 2013.
- [11] Lee, H.J., B.J. Choi, and J.W. Lee, "Service Identification of Component-Based System for Service-Oriented Architecture", Journal of KIISE, Vol.35, No.62, pp. 70-80, 2008.
- [12] Kim, Y.K., "Service Identification based on Use Case Recomposition", Journal of Society for e-Business Studies, Vol.12, No.4, pp. 145-163, 2007.
- [13] Ma, Q., N. Zhou, Y. Zhu and H. Wang, "Evaluating service identification with Design Metrics on Business Process Decomposition", IEEE International Conference on Service Computing, Bangalore, India, pp. 160-167, 2009.
- [14] Borner, R., "Applying Situational Method Engineering to the Development of Service Identification Method", 16th Americas Conference on Information Systems : Sustain-able IT Collaboration Around the Globe(ICCIT), Lima, Peru, 2010.
- [15] Harrington, P., "Machine Learning in Action", Jpub, pp. 361-363, 2013.
- [16] Provost, F. and Fawcett, T., "Data Science For Business", Hanbit Media, pp. 175-176, 2014.
- [17] Allweyer T., "Bpmn-Business Process Modeling Notation", Bod, 2009.
- [18] Thomas E., "Service-Oriented Architecture : Concepts, Technology and Design", Acorn publishing company, 2006.
- [19] Hirst G. and D. St-Onge, "Lexical chains as representations of context for the detection and correction of malapropisms", The MIT press, 1995.
- [20] Wordnet, <http://qwone.com/~jason/WordNet/>.

## Authors



Haejin Lee received the B.S. degrees in Communication Engineering from Myongji University, Korea, in 2007. She is currently a graduate student in the Department of computer science

and engineering, Korea National Defense University. She is interested in service identification, SOA, and national defense software engineering.



Dongsu Kang received the Ph.D. degrees in Computer Science and Engineering from Korea University, Republic of Korea, in 2011 and has certified PMP (Project Management Professional) since 2006.

Dr. Kang is assistant professor in Korea National Defense University, Republic of Korea. He is interested in weapon system software, software dependability, software security testing and project management.